

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-204185

(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/302  
C23F 4/00  
// H01L 21/3205

(21)Application number : 04-348653

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 28.12.1992

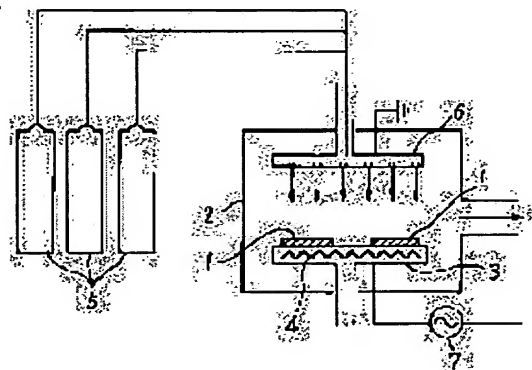
(72)Inventor : TOKUNAGA KYOJI  
NAKANO TADASHI  
KONDO HIDEKAZU

## (54) DRY ETCHING METHOD FOR COPPER THIN FILM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To perform the etching of a copper film, which has sufficiently high etching rate without causing side etching or after corrosion.

CONSTITUTION: A wafer 1 is put on a stage 3, and after evacuation, the stage 3 is heated. Next, etching gas, where several % of  $\text{SiCl}_4$  is added to the parent of  $\text{Cl}_2$ , is supplied into an etching chamber 2, and also  $\text{N}_2$  gas is supplied as the medium for discharge, and after control of pressure, high frequency is applied between the stage 3 and a counter electrode 6 so as to generate plasma, whereby the copper film of the wafer 1 is etched.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-204185

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	F	9277-4M		
C 2 3 F 4/00	E	8414-4K		
// H 0 1 L 21/3205		7514-4M	H 0 1 L 21/ 88	D

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-348653

(22)出願日 平成4年(1992)12月28日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 徳永 恭二

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 中野 正

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 近藤 英一

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

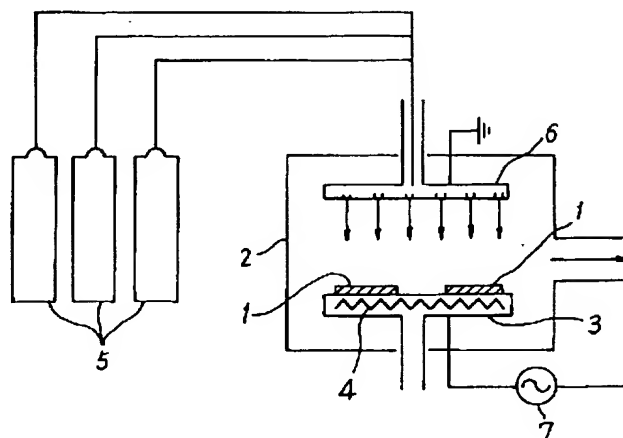
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 銅薄膜のドライエッチング方法

(57)【要約】

【目的】 サイドエッチングやアフターコロージョンを発生させることなく、かつ、十分高いエッチング速度を持つ銅薄膜のエッチングを行う。

【構成】 ウェファ1をステージ3に装着し、真空排気を行った後、ステージ3を加熱する。次にエッチングチャンバ2内に  $\text{Cl}_2$  を母体とし、これに  $\text{SiCl}_4$  を数%加えたエッチングガスを、 $\text{N}_2$  ガスを放電のための媒体として供給し、圧力を制御してから高周波をステージ3と対向電極6との間に印加してプラズマを発生させ、ウェファ1の銅薄膜をエッチングする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅薄膜をドライエッチングするに当たり、塩素ガス、四塩化炭素ガス又は三塩化硼素ガスを含むガスを母体とし、四塩化珪素ガスを含むエッチングガスを用い、窒素ガス又は不活性ガス雰囲気中でドライエッチングを行うことを特徴とする銅薄膜のドライエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、VLSIの製造に利用し、微細な銅配線パターンを形成できる銅薄膜のドライエッチング方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体装置の微細化に伴い、より微細な配線パターンを形成することが要求されている。この要求に対し、将来の金属配線材料の候補として微細な配線パターンであるにも拘らず大きな電流を流すことができる電気抵抗の低い銅を使用することが提案されている。しかし、銅で微細配線を形成するに当たり解決すべき課題の一つとして、配線パターンの加工法（エッチング技術）を確立することが挙げられる。

【0003】 銅薄膜をエッチングするに当たり、ウェットエッチング法ではエッチングが等方的に行われるため配線パターンを形成する場合サイドエッチングの量が大きくなるので制御性及び再現性に劣るようになり、配線の微細化には適さない。

【0004】 そこで、微細配線を形成するためにはドライエッチング法を採用している。ドライエッチング法では、異方性エッチングを行うことができるため、マスクパターンの形状を忠実に再現することが期待できる。銅のドライエッチングは、J. Electrochem. Soc., 130, 1777 (1983) に報告されているように、一般に  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$  等の塩素を含むガスを用いた反応性イオンエッチング (RIE) の手法を用いて行われている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のように  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$  等の塩素を含むエッチングガスを使用して銅の配線パターンの加工を行う場合、反応生成物である銅の塩化物 ( $\text{CuCl}_x$ ) が残留するために、エッチングにより露呈されるパターン側壁のサイドエッチングの寸法精度の低下が要求される微細パターンに対して無視できないため、微細なパターンを高精度で加工することができないとともにアフターコロージョンが発生して配線の信頼性を低下させる欠点がある。

【0006】 Jpn. J. Appl. Phys., 28, 1070 (1989) 及び Appl. Phys. Lett., 59, 914 (1991) では、エッチングガスとして  $\text{SiCl}_4$  ガスを使用することにより上記問題点を解決しているが、エッチングガスとして  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$  等を使用した場合のエッチング速度が約3000~5000 Å/min であるのに対し  $\text{SiCl}_4$  を使用した場合約 200 Å/min

n となってエッチング速度が極端に低下するので実際のプロセスへの導入は非常に困難である。

【0007】 特開平2-239620号公報に記載された半導体装置の製造方法では、塩素および炭素を含むエッチングガスを用い、エッチング時に基板表面の温度を 250℃以上に加熱することにより塩化物を離脱させて上述したサイドエッチングやアフターコロージョンの発生を抑止することが提案されている。また、特開平2-58831 号公報に開示されているドライエッチング方法では、エッチング後にスパッタエッチングを行うことによりエッチング表面の残渣を除去することが提案されている。しかしながら、前者の方法では、エッチング速度が低い欠点があり、後者の方法では、スパッタエッチング工程が余分に必要となり、プロセスのスループットが低下する欠点がある。いずれにしても従来の銅薄膜のエッチング方法では、上記問題点を同時に解決することができない。

【0008】 本発明は、以上の問題点を解決するものであり、サイドエッチングやアフターコロージョンを発生させることなく、かつ、十分なエッチング速度で銅薄膜をドライエッチングできる方法を提供することを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明による銅薄膜のエッチング方法は、銅薄膜をドライエッチングするに当たり、塩素ガス、四塩化炭素ガス又は三塩化硼素ガスを含むガスを母体とし、四塩化珪素ガスを含むエッチングガスを用い、窒素ガス又は不活性ガス雰囲気中でドライエッチングを行うことを特徴とするものである。

## 【0010】

【作用】 本発明の銅薄膜のドライエッチング方法では、反応ガスに含まれる Si が銅のエッチングにより露呈された側壁を保護するためサイドエッチングやアフターコロージョンの発生を防止できる。また、塩素、四塩化炭素又は三塩化硼素を含むエッチングガスを母体として、これに約5%の四塩化珪素 ( $\text{SiCl}_4$ ) ガスを混合することによってエッチング速度を低下させることなく、銅の微細な配線パターンを形成することができるという事実を確かめ、このような認識に基づいて本発明に到ったものである。すなわち、エッチング速度を低下させることなく銅の微細な配線パターンの加工を余分な工程を加えずに行うことができる。

## 【0011】

【実施例】 本発明の銅薄膜のドライエッチング方法の実施例を、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、反応性イオンエッチング装置の概念図を示す。以下に示す本発明の実施例及び比較例は図1に示す反応性イオンエッチング装置を用いて処理したものである。表面に幅が1 μm のレジストを選択的に形成した膜厚 0.8 μm の銅薄膜を設けたウェファ1をエッチングチャンバ2内の電極を兼ねるステージ3に装着し、図示されない真空排

気系により真空排気を行った後、ヒータ4を用いてステージ3を250℃の温度に加熱する。次にエッチングチャンバ2内にガス供給系を構成する複数のガスボンベ5から対向電極6中のガスノズルを通じて反応ガスを供給し、図示されない圧力制御系を用いてエッチングチャンバ2内の圧力を $1 \times 10^{-3}$  Paに制御し、RF電源7から13.56MHzの高周波をステージ3と対向電極6との間に印加してプラズマを発生させ、ウェファ1の銅薄膜を2分間エッチングした。

【0012】それぞれ反応ガス成分の異なる実施例1, 2, 3及び比較例1, 2, 3, 4について上記工程を行い、エッチング速度を測定した。使用された反応ガスの成分及び組成比を測定結果とともに表1に示す。すなわ\*

	反 応 ガ ス	エッチング速度 (Å/min)
実施例 1	Cl <sub>2</sub> 55%, SiCl <sub>4</sub> 5 %, N <sub>2</sub> 40 %	4770
実施例 2	CCl <sub>4</sub> 55 %, SiCl <sub>4</sub> 5 %, N <sub>2</sub> 40 %	3010
比較例 1	Cl <sub>2</sub> 60%, N <sub>2</sub> 40%	4910
比較例 2	CCl <sub>4</sub> 60 %, N <sub>2</sub> 40%	3050
比較例 3	SiCl <sub>4</sub> 60%, N <sub>2</sub> 40%	200

【0014】表1より SiCl<sub>4</sub>のみをエッチングガスとして使用している比較例4ではエッチング速度が極端に低下していることがわかる。

【0015】図2(a)に上記工程で使用される出発材料としてのウェファ1の断面図を示す。ウェファ1は、Siからなる基板11と、被エッチング層として基板11上に積層された膜厚0.8 μmの銅薄膜12と、エッチングマスクとして銅薄膜12上に積層された幅1 μmのレジスト13とを有している。図2(b)に実施例1, 2及び3で得られたウェファ1aの断面図を示す。銅薄膜12aは、レジスト13のパターンに従って良好にエッチングされている。図2(c)に比較例1～3で得られたウェファ1bの断面図を示す。銅薄膜12bには比較的大きなサイドエッチングが発生している。図2(d)に比較例4で得られたウェファ1cの断面図を示す。銅薄膜12cは十分にエッチングされておらず、エッチング速度が極端に低いことがわかる。以上より、実施例1, 2, 3では微細な配線パターンを形成できることがわかる。

【0016】さらに、エッチング残渣を調べるために、オージェ電子分光法によって塩化物(塩素の原子強度)を分析した。その結果、本発明の実施例1, 2および3と、比較例1では、塩素原子強度が大幅に減少していることが確認された。このように実施例1, 2, 3では、表面に残留する塩化物(塩素の原子強度)が大幅に減少していることがわかる。以上より、本発明の実施例1, 2, 3では、エッチング速度を低下させることなくサイ

\*ち、実施例1では、塩素ガスと四塩化珪素ガスとをエッチングガスとして用い、実施例2では四塩化炭素ガスと四塩化珪素ガスとをエッチングガスとして用い、実施例3では三塩化硼素ガスと四塩化珪素ガスとをエッチングガスとして用いた。さらに、比較例1では、エッチングガスとして塩素ガスを用い、比較例2では四塩化炭素ガスを用い、比較例3では三塩化硼素ガスを用い、比較例4では四塩化珪素ガスを用いた。これらの実施例および比較例において、窒素ガスを放電のための媒体として用いた。なお、表中の%は体積%を示す。

【0013】

【表1】

ドエッチングやアフターコロージョンを防止することができ、しかもスパッタエッチングのような追加の工程を加える必要がなく、高いスループットが得られることがわかる。

【0017】本発明によるエッチング方法で用いるエッチングガス中の SiCl<sub>4</sub>の割合は、母体となるエッチングガスより少量であれば特に限定されないが、好ましくは1～10%である。また、放電のための媒体としては、窒素の他にアルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスを使用してもよい。

【0018】

【発明の効果】本発明の銅薄膜のドライエッチング方法によれば、エッチングガスに含まれるSiが銅のエッチングにより露呈された側壁を保護するためサイドエッチングやアフターコロージョンの発生を防止できる。また、エッチングガスの母体を塩素、四塩化炭素又は三塩化硼素を含むガスとしているので、高いエッチング速度が得られる。故にエッチング速度を低下させることなく銅の微細な配線パターンの加工を行うことができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による銅薄膜のドライエッチング方法を実施する反応性イオンエッチング装置の概念図を示す。

【図2】(a) 実施例1, 2, 3及び比較例1～4の工程で使用されるウェファの断面図を示す。

(b) 実施例1～3の工程終了後に得られるウェファの断

面図を示す。

(c) 比較例1～3の工程終了後に得られるウェファの断面図を示す。

(d) 比較例4の工程終了後に得られるウェファの断面図を示す。

【符号の説明】

1, 1a, 1b, 1c ウェファ

2 エッチングチャンバ

\* 3 ステージ

4 ヒータ

5 ガスボンベ

6 対向電極

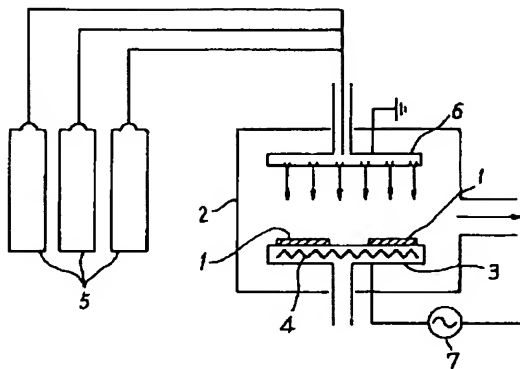
7 RF電極

11 基板

12, 12a, 12b, 12c 銅薄膜

\* 13, 13a, 13b, 13c レジスト

【図1】



【図2】

